# Андреев А. В., Чернюк А. М., Князева В. Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЕ НАСОСНЫМИ АГРЕГАТАМИ НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТАНЦИЙ

Система магистральных нефтепроводов (МН) Украины включает 19 нефтепроводов, более 150 нефтеперекачивающих станций (НПС), работу которых обеспечивает около 180 насосных агрегатов с электроприводом мощностью около 360 тыс. кВт. Приведенные сведения показывают масштабность и актуальность задачи энергосбережения на объектах транспортировки нефти.

Анализ работы нагнетателей на НПС показывает, что их КПД в среднем ниже оптимальных значений на 3-7%, что обусловлено низкой эффективностью применяемых способов регулирования подачи (таких как дросселирование, изменение числа работающих насосов и др.).

На практике нефте- и газопроводы никогда не работают только на одном режиме с максимальной (определенной проектом) производительностью. Из-за неравномерности поставок нефти и газа добывающими компаниями, изменения грузопотоков, вывода в ремонт части перекачивающих агрегатов, устранения дефектов на линейной части и т.п. работа трубопроводов происходит на режимах с различной производительностью, часто значительно меньшей проектной. В таких случаях составляются карты технологических режимов (КТР) работы технологического участка трубопровода, состоящего обычно из нескольких перекачивающих станций, каждая из которых имеет несколько последовательно соединённых нагнетателей.

В режимах с меньшей по сравнению с проектной производительностью нефтепровода предусматривают, в частности, уменьшение числа работающих насосов. При этом магистральные насосы (МН) работают не в оптимальном режиме, их КПД снижается по сравнению с номинальным.

Исключить дросселирование, как источник дополнительных энергозатрат, в определенной мере позволяет регулирование работы технологического участка методом циклический перекачки, при котором трубопровод последовательно (циклически) работает с разным количеством насосов. К недостаткам такого метода относятся потери электроэнергии на переключения электродвигателей насосов при изменениях режима перекачки, невозможность обеспечить высокий КПД насосов в обоих режимах.

Известно, что наиболее эффективным с точки зрения энергозатрат способом регулирования подачи насосов является регулирование изменением частоты их вращения.

Снижение энергозатрат при использовании ЧРП для привода нефтяных насосов может происходить за счет больших значений КПД насосов и электродвигателей, а также за счет исключения дросселирования излишков напора в регуляторах давления НПС.

Для управления сложной системой транспортировки нефти по магистральным трубопроводам при уменьшении производительности перекачки в арсенале управляющих воздействий на систему имеются в наличии следующие: уменьшение числа работающих насосов; использование циклической перекачки; дросселирование, байпасирование; применение ЧРП насосов.

Общепринятым является применение в качестве энергетического критерия оптимизации минимума удельных затрат электроэнергии, т.е. затрат на перекачку 1 т нефти (чаще в стоимостном выражении), за определенный период времени.

Энергетические критерии оптимизации включают в свой состав экстремум целевой функции. При ЧРП МН алгоритм оптимизации и вид целевой функции усложняются, по сравнению с нерегулируемыми МН, из-за необходимости учета влияния изменения частоты вращения на вид целевой функции, а также на ряд технологических ограничений, таких как: допустимые давления, напоры и подпоры, ограничения по КПД электродвигателей и МН, на допустимые частоты вращения МН и др.

Таким образом, оптимизация режима работы магистрального нефтепровода, целью которой является обеспечение заданной производительностью перекачки при соблюдении критерия оптимизации, сводится к разработке алгоритма управления частотами вращения всех МН с ЧРП, иными словами к разработке системы энергосберегающего автоматизированного управления процессом транспортировки в целом.